بررسی مدیریت آبیاری و بسترهای متفاوت در کشت بدون خاک بر خصوصیات کمّی و کیفی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای

پریسا شاهین رخسار [۱*]، حسن شکری واحد [۲]، محمد اسماعیل اسدی [۳]، کامران داوری [۴] و غلامعلی پیوست [۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۱/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۴)

چکیده

امروزه در دنیا استفاده از کشت بدون خاک به عنوان نوعی فناوری تولید گیاهان که موجب افزایش کیفیت و کمیت محصولات باغبانی می‌شود، گسترش یافته است. به منظور بررسی برخی خصوصیات کمّی و کیفی گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای در واکنش به مدیریت آبیاری و بسترهای متفاوت کشت بدون خاک، این پژوهش در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی گلستان در بهار ۸۴ با دو تیمار دفعات آبیاری در سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ بار در روز و بسترهای کشت در سه نوع پرلیت، لیکا و مخلوط پرلیت و لیکا (نسبت ۱:۱ وزنی) انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار بود. نتایج بررسی نشان داد بستر پرلیت موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون (۰/۴۳ میلی‌گرم در صد لیتر) و بستر لیکا موجب افزایش درصد تشکیل میوه (۴۸ درصد) شد. بیشترین عملکرد میوه بازارپسند در هر بوته از ۱۲ بار آبیاری در روز به مقدار ۱۸۳۰/۵ گرم در بوته وکمترین از ۴ بار آبیاری در روز به مقدار ۱۱۵۶/۷ گرم در بوته به دست آمد. افزایش دفعات آبیاری موجب کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره میوه شد و روی سایر صفات تأثیر معنی‌داری نداشت. به طورکلی بستر لیکا و دور آبیاری ۱۲ بار در روز با افزایش ویتامین ث، عملکرد میوه بازارپسند و درصد تشکیل میوه شرایط مطلوبی را از نظر کیفی و کمی به وجود آورده است. گرچه میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (۰/۳۳ میلی‌گرم درصد لیتر) در این تیمار کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: گوجه‌فرنگی، هیدروپونیک، لیکا، پرلیت، آبیاری

۱. عضو هیئت علمی بخش تحققات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان
۲. عضو هیئت علمی بخش خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت
۳. عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان
۴. استادیار مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۵. دانشیار باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان
* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shahinrokhsar@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

مقدمه

امروزه در دنیا استفاده از کشت بدون خاک به عنوان نوعی فناوری تولید گیاهان که موجب افزایش کیفیت و کمیت محصولات باغبانی می‌شود، به طور فزاینده‌ای گسترش یافته است (۱۸، ۲۳ و ۳۴). هزینه اولیه بالای این سیستم با تولید محصول بیشتر و کیفیت بالاتر با استفاده بهینه از فضا و مواد غذایی مورد نیاز، توجیه می‌شود (۷). بسترهای رشد مانند پرلیت (Perlite)، لیکا (Leca)، شن (Sand) و سایر بسترهای آلی پیت (Peat)، پوسته نارگیل(Coconut- Fiber) شرایط خوبی را برای توسعه این نوع سیستم‌های کشت فراهم می‌کنند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسترهای رشد به طور مستقیم و یا غیر مستقیم بر عملکرد و کیفیت محصول مؤثر هستند (۲۹ و ۳۴). پرلیت شرایط مناسب برای رشد گیاه مانند تهویه، زه کشی و دسترسی به عناصر غذایی به ویژه در ترکیب با سایر بسترها را فراهم می‌کند (۱۸ و ۲۹). امروزه استفاده از رس‌های منبسط شده یا لیکا نیز به دلیل تخلخل زیاد، تهویه و زه‌کشی مناسب و به ویژه هزینه کمتر نسبت به پرلیت به عنوان بستر کاشت گیاه در سیستم کشت بدون خاک بررسی شده است. بستر لیکا نسبت به پرلیت دارای ثبات ساختمانی بالایی است و نسبت به بسترهای رایج در کشت بدون خاک، کم هزینه بوده و طول عمر مفید زیادی دارد (۵).

نتایج دی کرجی و همکاران بر عملکرد و کیفیت گوجه فرنگی، نشان داد که بسترهای مختلف بر ویژگی‌های کیفی محصول pH، مواد جامد محلول (SSC)(Soluble Solid Content)، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)(Titratable Acidity) و ماده خشک میوه (DM)(Dry Matter) تأثیر داشتند (۱۰). بر اساس نتایج این پژوهشگران، گیاهان رشد یافته در بستر ترکیبی پرلیت و زئولیت(Zeolite) (نسبت ۲ به ۱)، بیشترین ماده خشک (۶/۴۸ درصد) و pH کم (۵/۹۲) را دارا بود و با وجودی‌که میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) (۰/۲۳ گرم در ۱۰۰ لیتر) در این بستر کاهش یافت، این ترکیب به عنوان بستری که شرایط مطلوبی برای کیفیت میوه ایجاد می‌کند، شناخته شد (۱۰). آلن و همکاران نیز در کشت کیسه‌ای بسترهای متفاوت کشت مانند خاک، پرلیت، پیت، شن، پومیس(Pumice) را به تنهایی و در ترکیبات متفاوت بر کیفیت و کمیت کشت بدون خاک گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین بسترهای مورد بررسی از نظر عملکرد بازار پسند (Marketable yields)، ویتامین ث، مواد جامد محلول بر پایه بریکس (Brix) و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) وجود دارد (۷). آنجلیس و همکاران، تحقیقی روی تأثیر سه بستر کشت خاک، پرلیت و راک‌وول (Rockwool) بر خصوصیات کیفی گوجه‌فرنگی انجام دادند که در آن مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، pH و مواد جامد محلول (SSC) تحت تأثیر بسترهای کشت قرار نگرفتند (۸). نتایج بررسی تی زورتزاکیس و اکونوماکیس نشان داد ترکیب بستر کم‌هزینه‌ای مانند ساقه خرد شده ذرت با پومیس و پرلیت موجب بهبود خصوصیات کیفی و کمی میوه نظیر افزایش ویتامین ث، مواد جامد محلول بر پایه بریکس و تعداد و عملکرد میوه شد ولی بر دیگر پارامترهای کیفی مانند EC ، pH و درصد ماده خشک (DM) مؤثر نبود (۳۲).

جوانپور و همکاران با بررسی بسترهای کشت پرلیت، کمپوست، خاک زراعی و ترکیبات مختلف آنها روی صفات کیفی گوجه فرنگی گلخانه‌ای رقم حمراء (Hamra) مشاهده کردند که می‌توان بسترهایی را که در ترکیب آنها خاک به کار رفته است، به عنوان بستر مناسب و مؤثر بر بهبود صفات کیفی گوجه‌فرنگی مانند افزایش ویتامین ث و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) معرفی نمود (۱). دلشاد و همکاران نیز ترکیبی از دو بستر پرلیت درشت و ریز دانه به نسبت (۳:۱ حجمی) و خاک اره را در کشت کیسه‌ای گوجه فرنگی (رقم حمرا) مورد مقایسه قرار دادند. پرلیت از نظر عملکرد (تعداد و وزن کل میوه‌های برداشت شده از هر بوته) در سطح بالاتری قرار داشت، اما از نظر ویتامین ث، اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، درصد ماده خشک (DM) میوه با بستر خاک اره در یک سطح قرار گرفت (۲). مامی و همکاران نیز با مقایسه بسترهایی مانند پیت، برگ

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

خشک کاج، پوسته برنج کربونیزه و ترکیبات متفاوت آنها در کشت گلدانی گوجه فرنگی به این نتیجه رسیدند که بسترهای کشت تأثیر معنی‌داری روی صفاتی مانند عملکرد غیر بازار پسند، ویتامین ث و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه ندارند (۴).

هم‌چنین مشخص شده است دفعات آبیاری به ویژگی‌های فیزیکی بسترهای کشت بستگی دارد و بر خصوصیات کمی و کیفی میوه در سیستم کشت بدون خاک مؤثر می‌باشد (۲۰، ۲۵ و ۳۰). میزان آب آبیاری، دفعات آبیاری و مدت زمان آن از پارامترهای مهم برای استفاده از بسترهای کشت به عنوان جایگزین خاک هستند (۱۶). توزل و همکاران با بررسی دفعات آبیاری ۱، ۲ و ۴ بار در روز در کشت کیسه‌ای گوجه‌فرنگی مشاهده کردند که افزایش دفعات آبیاری از ۱ به ۴ بار در روز موجب افزایش عملکرد، تعداد و میانگین وزن میوه و کاهش EC و مواد جامد محلول (SSC) شد (۳۱). واسیلاکاکیس و همکاران نیز تأثیر دور آبیاری ۲ ساعت یک بار و ۴ ساعت یک بار را در بستر تازه و استفاده شده پرلیت در کشت کیسه‌ای توت فرنگی مقایسه کردند. دور آبیاری ۲ ساعت یک بار باعث افزایش عملکرد در بستر پرلیت استفاده شده نسبت به دور آبیاری ۴ ساعت یک بار در همین بستر گردید (۳۳). سزن و همکاران با بررسی دفعات آبیاری ۱ و ۲ بار در روز و ترکیبات بسترهای کشت خاکستر آتشفشانی، پیت و ترکیبات مختلف آنها گزارش کردند بالاترین عملکرد و تعداد میوه از ترکیبات خاکستر آتشفشانی و پیت (۱:۱) با آبیاری دو بار در روز حاصل شد. مواد جامد محلول میوه و ویتامین ث با افزایش دفعات آبیاری کاهش یافت (۲۷).

با توجه به اطلاعات فوق، به نظر می‌رسد دو ویژگی دفعات آبیاری و نوع بستر بر عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک مؤثر هستند. به همین دلیل و به منظور مطالعه تأثیر این دو فاکتور بر عملکرد کمی و کیفی میوه گوجه فرنگی این آزمایش انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان (بهار ۸۴) انجام شد. به طوری که دفعات آبیاری در سه سطح ۴ (I_1)، ۸ (I_2) و ۱۲ (I_3) بار در روز و بسترهای کشت در سه نوع پرلیت (B_1) به عنوان شاهد، لیکا (B_2) و مخلوط پرلیت و لیکا (B_3) (نسبت ۱:۱ وزنی) در چهار تکرار در نظر گرفته شدند. خصوصیات دانه‌بندی بسترها در جدول ۱ آورده شده است. هر کدام از بسترهای مورد بررسی در سیلندری (۱۰*۱۵ سانتی متری) به مدت ۲۴ ساعت اشباع شدند و پس از آن به مدت ۳ ساعت اجازه داده شد تا آب موجود از منافذ زه‌کشی شود. سپس حجم آب جمع‌آوری شده از هر نمونه اندازه‌گیری شد (V_1)، تخلل تهویه‌ای (Air-Filled Porosity (AFP)) از نسبت حجم آب جمع آوری شده (V_1) به حجم نمونه (V) حاصل گردید (۳۲). نمونه‌ها پس از ۲۴ ساعت توزین شدند (W_1) و پس از آن در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و مجدداً وزن گردیدند (W_2). ظرفیت نگهداری جذب آب (Water Hold Capacity (WHC)) از تقسیم وزن بسترها پس از اشباع و زه کشی شدن بعد از ۲۴ ساعت (W_1) به وزن نمونه خشک شده خاک در آون (W_2) به دست آمد (۱۰ و ۲۹). چگالی (Bulk density) از نسبت وزن نمونه بسترها پس از خشک شدن در آون (W_2) به حجم نمونه (V) حاصل شد(۳۷). به منظور تعیین خصوصیات شیمیایی بسترها، ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به ۱۰ گرم بستر خشک اضافه و پس از این‌که به مدت ۳۰ دقیقه با دستگاه همزن مدل یونیورسال به هم زده شد، pH و EC عصارهٔ اشباع به ترتیب با استفاده از دستگاه pH متر مترهوم و EC متر اگریتست خوانده شد (جدول۱) (۱۵).

بسترهای مورد نظر در کیسه‌های پلاستیکی به حجم ۱۲ لیتر ریخته شدند (۱۷). قبل از تهیه محلول غذایی جهت تعیین مقدار مواد معدنی موجود در آب، آب گلخانه تجزیه شده و تصحیحات لازم در هنگام تهیه محلول غذایی انجام شد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

جدول ۱. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بسترهای مورد مطالعه

بسترها	تخلخل تهویه‌ای درصد	ظرفیت نگهداری آب درصد	pH	EC دسی زیمنس بر متر	چگالی کیلوگرم بر متر مکعب	دانه‌بندی میلی‌متر
پرلیت	۲۸	۳۶	۷/۵۴	۱/۲۷	۱۸۸	۲-۵
لیکا	۴۲	۱۶	۷/۸	۳/۳۵	۷۹۸	≤۱۲/۵
پرلیت ـ لیکا	۲۴	۳۲	۷/۸۴	۲/۲۸	۳۴۶	۲-۱۰

(جدول ۲). محلول غذایی در یک تانک یک متر مکعبی پلاستیکی بر اساس ترکیباتی شامل؛ N-NO3 (۱۱۵/۵)، N-NH4 (۱۳۶۵)، P (۲۷۳)، K (۲۳۲۱)، Mg (۳۶۰)، Ca (۱۲۱۵)، S (۸۴۰)، Fe (۵/۸۸)، Mn (۳/۸۵)، B (۲/۲۷۵)، Zn (۳/۰۲۴)، Cu (۰/۳۳۶) و Mo (۰/۳۳۶) میلی‌گرم در لیتر با آب آبیاری گلخانه تحقیقاتی آماده گردید (۱۴).

در طول اجرای آزمایش pH محلول غذایی در محدوده ۵/۵ تا ۶ با استفاده از اسید نیتریک ۶۵ درصد و EC در محدوده ۳ دسی زیمنس بر متر حفظ شد (۲۴). پس از تعیین نیاز آبی (حدود ۲ لیتر در روز) و با استفاده از روش پنمن مانتیث (۱۸)، بسترهای کشت با استفاده از زمان‌سنج مجزا با قطره‌چکان‌های ۲ لیتر در ساعت آبیاری می‌شدند، میزان نیاز آبی برآورد شده بر دفعات آبیاری تقسیم می‌شد، به طوری‌که در سطوح مختلف آبیاری، بوته‌ها نیاز آبی کامل خود را دریافت کردند. بذرهای گوجه فرنگی (هیبرید حمراء با رشد نامحدود)، ابتدا در مخلوط خاکی حاوی ۵۰ درصد ماسه نرم و خاک برگ کشت شدند و پس از رسیدن به مرحله ۴ برگی به بسترهای مورد نظر انتقال یافتند (۲۴ و ۲۶). فاصله دو نشا در هر کیسه به فاصله ۳۵/۵ سانتی‌متر، فاصله کیسه‌ها از یکدیگر ۴۰ سانتی‌متر و بین هر دو ردیف یک راهرو ارتباطی ۱۲۰ سانتی‌متری برای رفت و آمد و برای هر گیاه یک قطره چکان در نظر گرفته شد (۱۲). میانگین دمای روزانه بین ۲۱ تا ۳۲ و دمای شبانه ۱۸ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۶۰ تا ۷۰ درصد بود.

اولین برداشت در تیرماه و برداشت‌ها به فاصله زمانی دو هفته‌ای وکلاً سه بار صورت گرفت. فاکتورهایی مانند عملکرد میوه بازار پسند (گرم در بوته)، تعداد میوه بازار پسند، درصد تشکیل میوه (نسبت تعداد گل تشکیل یافته به تعداد میوه)، مواد جامد محلول بر اساس بریکس؛ با استفاده از دستگاه رفراکتومتر مدل China 220، pH، EC (دسی زیمنس بر متر)، ویتامین ث (میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم)؛ با استفاده از روش تیتراسیون ۲،۶ - دی کلرو ایندوفنل، فاکتور شکل میوه (نسبت ارتفاع به قطر میوه) و اسیدیته قابل تیتراسیون میوه (TA) (گرم در ۱۰۰ لیتر)؛ با استفاده از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد (۶). عملکرد و تعداد میوه بازارپسند پس از جداکردن میوه‌های ریز و یا دارای پوسیدگی گلگاه و ترکیدگی تعیین شد (۶). پس از آن میوه‌ها به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه آون قرار گرفته و درصد ماده خشک (DM) آنها تعیین گردید (۶). تجزیه واریانس ساده و مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2003 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج این آزمایش نشان داد که بین سطوح مختلف دفعات آبیاری و هم‌چنین بسترهای مختلف کاشت از نظر EC عصاره میوه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P \geq 0/05$) (جدول ۳). اما برهمکنش دفعات آبیاری و بستر معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$) (جدول ۳). ۴ بار آبیاری در روز در بستر لیکا موجب بالا رفتن EC عصاره میوه نسبت به ۴ بار آبیاری در روز در بستر پرلیت شد (شکل ۱). به نظر می‌رسد که به دلیل پایین بودن ظرفیت نگهداری آب بستر لیکا (۱۶ درصد) نسبت به سایر بسترها (جدول ۱)، این بستر شرایط رطوبتی مطلوبی را در ۴ بار آبیاری

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

جدول ۲. نتایج تجزیه آب گلخانه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی

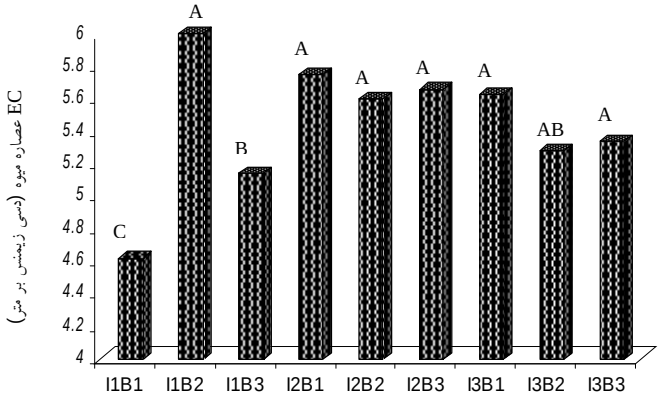
عناصر	Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+1}	K^{+1}	HCO_3^-	CO_3^{-2}	pH	EC	*TH
	میلی اکی والان بر لیتر							دسی زیمنس بر متر	میلی‌گرم در لیتر
مقدار	۲	۲/۸	۰/۲۲	۰/۰۲۶	۴	۰	۷/۲	۰/۶۳	۲۴۰

* : سختی آب

جدول۳. مقادیر درجه آزادی و میانگین مربعات تعدادی از صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	شوری EC	ترشی pH	مواد جامد محلول SSC	اسیدیته قابل TA	ویتامین VITc	ماده خشک DM
دفعات آبیاری	۲	۰/۵۳۵^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۳۸۰^{ns}	۰/۰۱۱*	۱/۴۱۱^{ns}	۰/۱۷۸^{ns}
بستر	۲	۰/۲۹۴^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۳۵^{ns}	۰/۰۱۴*	۰/۱۸۹^{ns}	۲/۴۴۵^{ns}
دفعات آبیاری × بستر	۴	۰/۹۱۲**	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۴۳۸^{ns}	۰/۰۲۷*	۲/۲۷۲**	۳/۲۲۷^{ns}
خطا	۲۴	۰/۱۹۶	۰/۰۱۱	۰/۱۷۶	۰/۰۰۱	۰/۵۲۳	۱/۹۲۷
CV (%)		۸/۱۲	۲/۳۸	۹/۲۰	۹/۴۷	۴/۹۸	۱۸/۱۰

*و **: معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و سطح ۰/۰۱ ns : در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نیست.



شکل ۱. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر شوری عصاره میوه

در روز فراهم نکرده است که منجر به افزایش EC میوه شده است. افزایش EC در بهبود طعم میوه مؤثر است و بر این اساس تنش آبی موجب خوش طعم شدن میوه شده است (۹). شینوهارا و همکاران نیز کمبود رطوبت مورد نیاز گیاه در بستر کشت را عامل افزایش EC میوه گوجه‌فرنگی گزارش کردند (۲۸).

pH یکی پارامترهای مهم کیفی میوه گوجه فرنگی است. pH عصاره میوه این آزمایش در محدوده ۴/۴۹ – ۴/۳۷ به دست آمد که از نظر رده‌بندی کیفی در محدوده مناسب است (۱۱). به طورکلی pH پایین در عصاره میوه یک ویژگی کیفی مطلوب می‌باشد. هم‌چنین بین تیمارهای مورد نظر و برهمکنش آنها از نظر pH اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($P \geq 0/05$) (جدول ۳). احتمالاً تأثیر رقم بر این صفت بیشتر از تیمارهای مورد بررسی بوده است (۸). آنجلس و همکاران و

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

تـوزل و همکـاران نیـز بـا بررسـی تـأثیر دفعـات آبیـاری و بسترهای مختلف بر pH عصاره میوه به نتیجه مـشابهی رسـیده بودند (۸ و ۳۱).

تیمارهای آبیاری، بستر و برهمکنش آنهـا روی مـاده جامـد محلـول بـر پایـه بـریکس میـوه تـأثیر معنـی‌داری نداشـت ($P \geq$ ۰/۰۵) (جـدول ۳) و مقـدار آن در محـدوده بـین ۴/۱ تـا ۵/۱ درصـد متغیـر بـود. نتـایج آلـن و همکـاران و تـی زورتـزاکیس و اکونومـاکیس نـشان داد کـه بـستر بـر مـاده جامد محلول بر پایه بریکس میوه گوجه‌فرنگی مؤثر نمـی‌باشـد (۷ و ۳۲).

بین سطوح مختلف دفعـات آبیـاری از نظـر اسـیدیته قابـل تیتراسیون اختلاف معنی‌داری دیـده شـد ($P \leq$ ۰/۰۵) (جـدول ۳). ۸ بار آبیاری در روز بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون (۰/۴۴ میلی‌گرم بر ۱۰۰ لیتر) و ۱۲ آبیاری بار در روز کمترین اسـیدیته قابل تیتراسـیون (۰/۳۸ میلـی‌گـرم بـر ۱۰۰ لیتـر) را دارا بودنـد (جدول ۴). افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون در بهبود طعم میـوه مؤثر بوده و بر این اساس آبیاری کمتر موجب خوش طعم شدن میوه شده است(۹). سزن و همکاران و توزل و همکاران نیـز در پژوهش مشابهی مشاهده کردند که بـا کـاهش دفعـات آبیـاری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون عصاره میوه افزایش می‌یابد (۲۷ و ۳۱). تجمع اسید کربوسیکلیک در سلول راهـی بـرای غلبـه بـر کمبود آب یا تعدیل فشار اسمزی بوده و به نظـر مـی‌رسـد بـه همین دلیل آبیاری کمتر موجب افزایش اسیدیته قابل تیتراسیون شده است (۳).

بـین بـسترهای مـورد بررسـی نیـز از نظـر اسـیدیته قابـل تیتراسیون، اختلاف معنی‌داری دیـده شـد ($P \leq$ ۰/۰۵) (جـدول ۳). بـستر پرلیـت بیـشترین اسـیدیته قابـل تیتراسـیون (۰/۴۳ میلی‌گرم بـر ۱۰۰ لیتـر) و بـستر لیکـا کمتـرین اسـیدیته قابـل تیتراسیون (۰/۳۷ میلی‌گرم بر ۱۰۰ لیتر) را داشـتند (جـدول ۴). به این ترتیب بستر پرلیت با افزایش این ویژگی، شرایط مناسبی را بـرای بهبـود طعـم میـوه فـراهم کـرده اسـت (۹). اخـتلاف معنی‌داری نیز بین برهمکنش تیمارهـای مـورد بررسـی از نظـر اسیدیته قابـل تیتراسـیون دیـده شـد ($P \leq$ ۰/۰۵) (جـدول ۳). همان‌گونه که در شکل ۲ ملاحظه می‌شود ۸ بار آبیـاری در روز در بستر پرلیت موجب افزایش معنی‌دار اسیدیته قابل تیتراسـیون (۰/۵۴ میلی‌گرم بر ۱۰۰ لیتر) نسبت به ۱۲ بار آبیاری در روز در بستر لیکا به میزان (۰/۳۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ لیتر) شده است.

همان‌گونه که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود، بین دورهـای آبیاری و بسترهای مورد بررسـی از نظـر ویتـامین ث اخـتلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P \geq$ ۰/۰۵). نتایج اسلام و همکـاران و پادم و آلان با نتایج این پژوهش مطابقت دارد (۱۳ و ۲۲). اما بـرهمکنش دفعـات آبیـاری و بـستر کاشـت معنـی‌دار بـود ($P \leq$ ۰/۰۵) (جـدول ۳). بیـشترین و کمتـرین ویتـامین ث بـه ترتیب مربوط به ۱۲ بار آبیاری در روز در بستر لیکـا بـا ۱۵/۲۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و ۴ بار آبیاری در روز در بستر لیکـا بـا ۱۳/۶۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم دیده شد (شکل۳).

نتایج این مطالعـه اخـتلاف معنـی داری را بـین تیمارهـای آبیاری، بستر و بر همکـنش آنهـا از نظـر درصـد مـاده خـشک (DM) نشان نداد ($P \geq$ ۰/۰۵) (جدول۳). مقدار ماده خشک در محدوده بین ۶/۴۱ تا ۸/۶۶ درصـد بـه دسـت آمـد کـه از نظـر رده‌بندی کیفی مطلوب می‌باشـد (۳۶). بـه طـور کلـی افـزایش ماده خشک موجب افزایش کیفی گوجـه‌فرنگـی مـی‌شـود (۹). نتایج پژوهش اسـلام و همکـاران نیـز بـا ایـن نتیجـه مطابقـت دارد (۱۳).

همان گونه که در جدول ۵ ملاحظه می‌شود بـین تیمارهـای مختلف آبیاری، بستر و برهمکنش آنها اخـتلاف معنـی داری از نظر شاخص شکل میوه (نسبت ارتفاع بـه قطـر) مـشاهده نـشد ($P \geq$ ۰/۰۵) و مقدار آن در محدوده ۰/۷۹ تا ۰/۸۴ بود (جـدول ۶)، به نظر می‌رسد این صفت بیشتر تحـت تـأثیر خـصوصیات ژنتیکی رقم قرار گرفته است(۱۹).

فاکتور درصد تشکیل میوه تحت تـأثیر تیمارهـای مختلـف آبیاری و بستر قرار گرفت ($P \leq$ ۰/۰۵) (جدول ۵). به طوری‌که ۱۲ بار آبیاری در روز بیشترین درصد تشکیل میوه (۴۸ درصـد) و ۴ بار آبیاری در روز کمترین درصد تشکیل میوه (۳۹ درصـد)

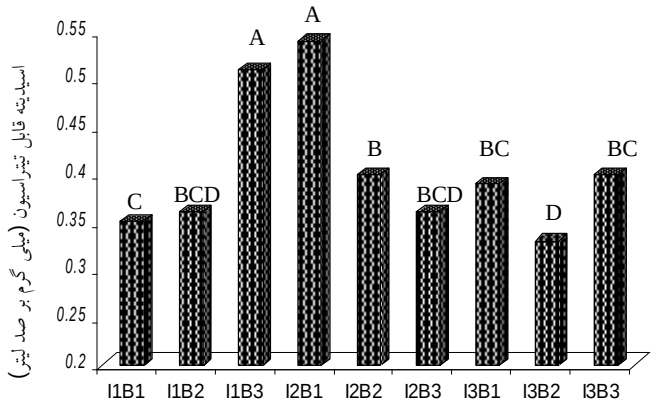
[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

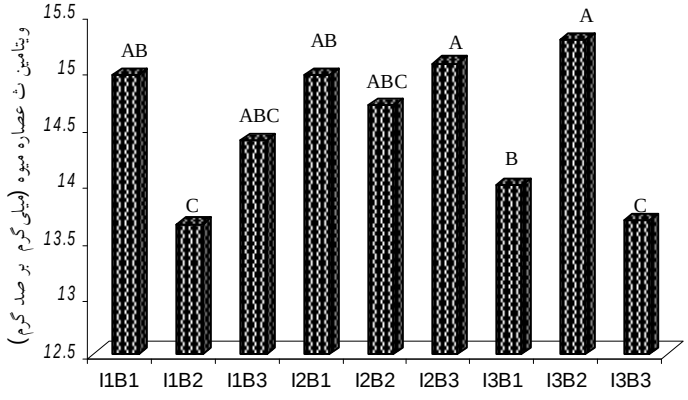
جدول۴. مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر دفعات آبیاری، بستر و برهمکنش آنها

تیمار			شوری EC	اسیدیته pH	مواد جامد محلول SSC	اسیدیته قابل TA	ویتامین ث VIT_C	ماده خشک DM
			دسی زیمنس بر		بریکس	میلی‌گرم بر ۱۰۰	میلی‌گرم بر ۱۰۰	درصد
در روز	آبیاری	دفعات	I_1	۵/۲۵^A	۴/۴۵^A	۴/۴۸^A	۰/۴۴^A	۱۴/۳۳^A	۷/۷۲^A
			I_2	۵/۶۷^A	۴/۴۴^A	۴/۷۵^A	۰/۴۱^A	۱۴/۹۱^A	۷/۵۲^A
			I_3	۵/۴۱^A	۴/۴۶^A	۴/۴۲^A	۰/۳۸^B	۱۴/۳۱^A	۷/۷۴^A
		بستر	B_1	۵/۳۳^A	۴/۴۳^A	۴/۶^A	۰/۴۳^A	۱۴/۶۳^A	۷/۸۸^A
			B_2	۵/۶۲^A	۴/۴۷^A	۴/۵^A	۰/۳۷^B	۱۴/۵۳^A	۷/۱۴^A
			B_3	۵/۳۸^A	۴/۴۳^A	۴/۵۵^A	۰/۴۲^A	۱۴/۳۸^A	۷/۹۶^A

حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.(۳و ۲و ۱ **I**) آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ بار در روز و (۳و ۲و ۱ **B**) بسترهای پرلیت، لیکا و مخلوط پرلیت و لیکا



شکل ۲. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر اسیدیته قابل تیتراسیون



شکل ۳. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر ویتامین ث عصاره میوه

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

جدول۵. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تعدادی از صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص شکل میوه	درصد تشکیل میوه	تعداد میوه بازار پسند	عملکرد میوه بازار پسند
دفعات آبیاری	۲	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۳۵ **	۷/۲۴۵ ns	۱۴۳۵۲۵۳ **
بستر	۲	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۳۵ **	۳۵/۹۳۲ ns	۱۸۶۹۳۷ ns
دفعات آبیاری × بستر	۴	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۷۵ **	۸۳/۱۹۸ *	۵۳۷۶۶۲ **
خطا	۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۷۹/۹۴۱	۹۰۲۵۷
CV (%)		۴/۵۵	۱۵/۰۲	۱۲/۴۷	۱۹/۵۳

*و **: معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و سطح ۰/۰۱ ns: در سطح ۰/۰۵ معنی‌دار نیست.

جدول۶ . مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه تحت تأثیر دفعات آبیاری، بستر و برهمکنش آنها

تیمار		شاخص شکل قطر / ارتفاع	درصد تشکیل میوه درصد	تعداد میوه بازار پسند عدد در هر بوته	عملکرد میوه بازار گرم در هر بوته
روز آبیاری در دفعات	I_1	۰/۸۱ A	۳۹ B	۲۴/۴۴ A	۱۱۵۶/۷ B
	I_2	۰/۸۲ A	۳۹ B	۲۴/۰۳ A	۱۶۲۸/۶ A
	I_3	۰/۸۲ A	۴۸ A	۲۵/۵۴ A	۱۸۳۰/۵ A
بستر	B_1	۰/۸۴ A	۳۹ B	۲۷/۱۴ A	۱۶۲۶/۴ A
	B_2	۰/۸۱ A	۴۸ A	۲۴/۹۸ A	۱۵۹۳/۷ A
	B_3	۰/۸۰ A	۳۹ B	۲۱/۹۰ A	۱۳۹۵/۷ A

* : حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ندارند.

** : (I_1 و I_2 و I_3) دور آبیاری ۴، ۸ و ۱۲ بار در روز و (B_1 و B_2 و B_3) بسترهای پرلیت، لیکا و مخلوط پرلیت و لیکا

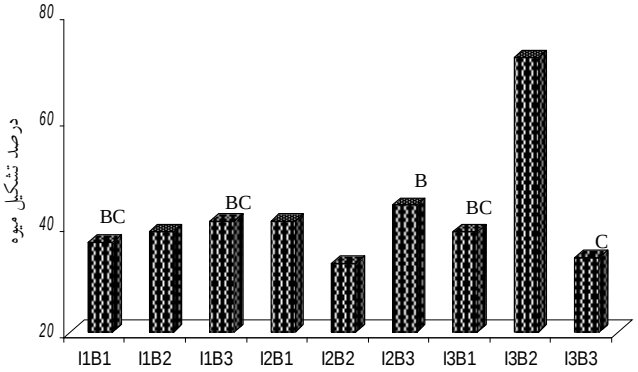
را دارا بودند (جدول ۶). به عبارت دیگر افزایش دفعات آبیاری منجر به تبدیل گل‌های بیشتری به میوه شده است (۲۱). هم‌چنین بستر لیکا به طور معنی‌داری مقدار درصد تشکیل میوه بیشتری (۴۸ درصد) نسبت به بستر پرلیت و مخلوط پرلیت و لیکا (۳۹ درصد) از خود نشان داد (جدول ۶). برهمکنش تیمارهای مورد بررسی نیز از نظر درصد تشکیل میوه معنی‌دار بود ($P \leq 0/05$) (جدول ۵). به طوری‌که ۱۲ بار آبیاری در روز در بستر لیکا موجب افزایش درصد تشکیل میوه (۷۲ درصد) نسبت به ۴ بار آبیاری در روز در بستر لیکا (۳۳ درصد) شد (شکل ۴). به نظر می‌رسد که بستر لیکا به دلیل تخلخل تهویه‌ای بالاتر (۴۲ درصد) نسبت به سایر بسترهای کشت شرایط تهویه‌ای مطلوبی را برای رشد گیاه فراهم کرده است. از طرف دیگر پایین بودن ظرفیت نگهداری این بستر (۱۶ درصد) نسبت با سایر بسترها با افزایش دفعات آبیاری در روز جبران و دسترسی به آب و مواد غذایی برای گیاه را تسهیل کرده است(جدول ۱). نتایج واسیلاکاکیس نیز موید این مسأله است (۳۳).

اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری و بستر مورد بررسی از نظر تعداد میوه بازار پسند ملاحظه نگردید ($P \geq 0/05$) (جدول ۵). البته بررسی اثر برهمکنش آنها نشان داد که تعداد میوه بازار پسند در تیمار ۸ بار آبیاری در روز در بستر پرلیت (۲۷/۶۶ عدد) به طور معنی‌داری بیشتر از ۴ بار آبیاری در روز در بستر مخلوط پرلیت و لیکا (۱۸/۲۵ عدد) می‌باشد (شکل ۵). به نظر می‌رسد تنش رطوبتی موجب نقص در تکامل گل و تبدیل آن به میوه و در نتیجه کاهش تعداد میوه شده است (۲۱).

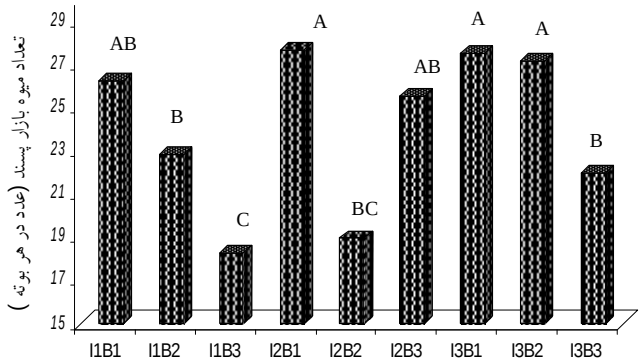
نتایج این مطالعه اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای آبیاری از نظر عملکرد میوه بازارپسند نشان داد ($P \leq 0/05$)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

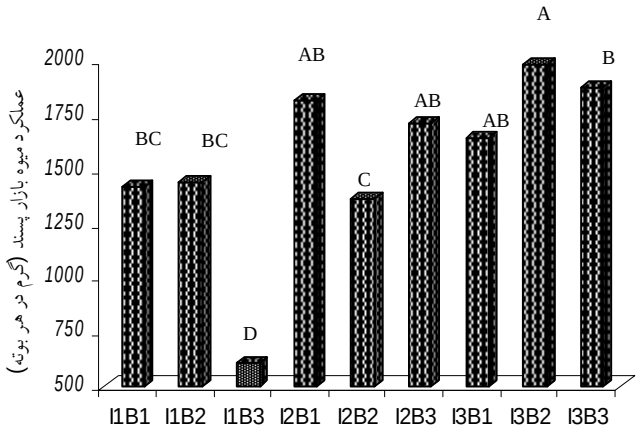
[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]



شکل۴. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر درصد تشکیل میوه



شکل ۵ . اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر تعداد میوه بازار پسند



شکل ۶. اثر برهمکنش آبیاری و بستر از نظر عملکرد میوه بازار پسند

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

(جدول ۵). تیمار ۸ بار آبیاری در روز دارای بیشترین عملکرد بازارپسند حدود ۱۶۲۸/۶ گرم در هر بوته که اختلاف معنی‌داری با ۱۲ بار آبیاری در روز نداشت و تیمار ۴ بار آبیاری در روز دارای کمترین عملکرد بازار پسند حدود ۱۱۵۶/۷ گرم در هر بوته بود (شکل ۶). شینوهارا و همکاران نیز با بررسی تأثیر تنش آبی روی عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی در بستر شن به این نتیجه رسیده بودند که مناسب نبودن شرایط رطوبتی بسترهای کشت منجر به بروز برخی ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی مانند پوسیدگی گلگاه، ترکیدگی میوه و کاهش عملکرد بازار پسند می‌شود (۲۸).

همان‌گونه که در جدول ۵ دیده می‌شود، بین بسترهای مورد مطالعه از نظر عملکرد بازار پسند اختلاف معنی داری وجود نداشت ($P \geq ۰/۰۵$). اما برهمکنش دفعات آبیاری و بستر کاشت از این نظر معنی دار بود ($P \leq ۰/۰۵$) (جدول ۵). تیمار ۱۲ بار آبیاری در روز در بستر لیکا موجب افزایش عملکرد بازارپسند به میزان ۱۹۷۹/۸ گرم در بوته شد (شکل ۶). به نظر می‌رسد درصد تخلخل تهویه‌ای بالاتر (۴۲ درصد) بستر لیکا نسبت به سایر بسترها، باعث فراهمی اکسیژن بیشتر در محیط ریشه (حتی در شرایط آب اضافی) و افزایش محصول می‌شود (۳۳). در بستر مخلوط لیکا و پرلیت به دلیل قرارگیری ذرات ریز در فضای خالی بین ذرات درشت تخلخل کاهش یافته (جدول ۱) و به دنبال آن تهویه و انتشار نسبی هوا نیز کاهش خواهد یافت و ریشه‌ها نمی‌توانند آب و مواد غذایی را به خوبی جذب کنند؛ بنابراین احتمال کاهش عملکرد میوه وجود دارد (۲ و ۲۲).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به دست آمده بستر لیکا و ۱۲ بار آبیاری در روز نسبت به سایر بسترهای مورد بررسی شرایط مطلوبی را هم از نظر کمی نظیر افزایش عملکرد، تعداد میوه و درصد تشکیل میوه و هم از نظر کیفی نظیر افزایش ویتامین ث به وجود آورد. گرچه این تیمار موجب کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه (TA) شد. به طور کلی نتایج نشان دادکه در بسترهایی با خصوصیات فیزیکی نظیر تخلخل بالا و ظرفیت نگهداری پایین برای رسیدن به عملکرد مطلوب، بهتر است از دفعات آبیاری بیشتری استفاده شود و هم‌چنین با یک برنامه آبیاری منظم و کنترل شده و با در نظر گرفتن خصوصیات فیزیکی بسترها می‌توان به تعادل مطلوبی بین افزایش کیفی و کمی محصول رسید.

منابع مورد استفاده

۱. جوانپور هروی، ر.، م. بابالار، ع.کاشی، م. میر عبدالباقی و م.ع. عسگری. ۱۳۸۴. اثر چند نوع محلول غذایی و بستر کاشت در سیستم آبکشت بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی گلخانه‌ای رقم" حمراء". مجله علوم کشاورزی ایران ۳۶(۴): ۹۳۹-۹۴۶.

۲. دلشاد، م .، ع. کاشی و م. بابالار. ۱۳۸۵. بررسی امکان جایگزین کردن بسترهای رایج هیدروپونیک با بسترهای آلی و یافتن محلول غذایی مناسب کشت بدون خاک گوجه فرنگی گلخانه‌ای. علوم کشاورزی ایران ۳۷(۱): ۱۸۶-۱۷۶.

۳. کوچکی، ع.م. و م. صفری. ۱۳۷۲. *روابط آب و خاک*. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴. مامی، ی .، غ.ع. پیوست، د. بخشی و ح. سمیع زاده لاهیجی. ۱۳۸۷. تعیین بسترهای مختلف کاشت گوجه‌فرنگی در سیستم کشت بدون خاک. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۲(۲): ۴۸-۳۹.

۵. محمدی تهرانی، ف. ۱۳۷۷. *راهنمای جامع لیکا*. انتشارات شرکت لیکا.

6. A.O.A.C. 1975. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12th ed., Washington DC.
7. Alan, R., A. Zulkadir and H. Padem. 1994. The influence of growing media on growth, yield and quality of tomato grown under greenhouse condition. Acta Hort. 366: 229-234.
8. Angelis, N., T. Papadontonakis and C. Petrakis. 2001. Effect of substrate and genetic variation on fruit quality on

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]

greenhouse tomatoes: Preliminary Result. Acta Hort. 548: 497-502.
9. Davies, J. and G. Hobson. 1981. The constituents of tomato fruit – the influence of environment, nutrition and genotype. Critical Rev. in Food Sci. and Nutr. 15: 205-281.
10. De. Kreij, C., C. W. Van Elderen, G. Wever and R.C.M, Duijvestijn. 2001. Extraction of growing media regarding its water holding capacity and bulk density. Acta Hort. 548: 409-414.
11. Hamner, K. C. and L. A. Maynard. 1942. Factors influencing the nutritive value of the tomato, a review of the literature. U.S.D.A. Misc. Pub. No. 502. 23 pp.
12. Hickman, G.W. 1998. Commercial Greenhouse Vegetable Handbook. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources.
13. Isalm, S., S. Khan, T. Ito, T. Maruo and Y. Shinohara. 2002. Characterization of the physico-chemical properties of environmentally friendly organic substrates in relation to rock wool. J. Hort. Sci & Bio. 72: 143–148.
14. Ladogina, M. 1999. Nutrient solution for growing vegetable crops on mineral rock wool. Info. J. Glasshouse Indust. 5:20-21.
15. Lemaire, F. 1999. Determination of substrate characteristic for soil less culture Cahier Option Mediterranean. J. Published by CIHEAM. 31: 347-356.
16. Lizarraga, A., H. Boesveld, F. Huibers and C. Robles. 2003. Evaluating irrigation scheduling of hydroponics' tomato in Navarra, Spain. Irrig. and Drain. 52: 177-188.
17. Logendra, L.S. and H.W. Janes. 1999. Hydroponics tomato production: growing media requirement. Acta Hort. 481: 483-486.
18. Martinez, P.F. and M. Abad. 1992. Soilless culture of tomato in different mineral substrates. Acta Hort. 323: 251-259.
19. Michael Eskin, N. A. 2000. Quality and Preservation of Vegetables. CRC Press., USA.
20. Mitchell, J.P., S.R. Shennan and D. M. May. 1991. Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. J. ASHS. 116: 215-221.
21. Nuruddin, M. M., Madramootoo, C. A. and G. T. Dodds. 2003. Effect of water stress at different growth stages on greenhouse tomato yield and quality. Hort Sci. 38(7): 1389-1393.
22. Padem, H. and R. Alan. 1994. The effect of some substrates on yield and chemical composition of pepper under greenhouse conditions. Acta Hort. 366: 445–451.
23. Papadopoulos, A. P. 1991. Growing Greenhouse Tomatoes in Soil and in Soil Less Media. Agric. Canada Pub., Canada.
24. Papadopoulos, A.P., X. Hao, J.C. Tu and J. Zheng. 1999. Tomato production in open or closed rock wool culture system. Acta Hort. 481: 89 – 93.
25. Peet, M. M. and D. H. Willits. 1995. Role of excess water in tomato fruit cracking. Hort. Sci. 30:65-68.
26. Premuzic, Z., A.De. los Rios, M. Clozza, F. Vilella, E. Mirabelli and C. Accorinti. 2001. Influence of fertilization on the production vitamin C and sugar content of "CHERRY" tomatoes. Acta Hort. 559:601-609.
27. Sezen, M. S., C. Gulendam, A. Yazar, S. Tekin and B. Kapur. 2010. Effect of irrigation management on yield and quality of tomatoes grown in different soilless media in a glasshouse. S. R. E. A. J. 5(1): 041-048, Available online at http://www.academicjournals.org/SRE
28. Shinohara, Y., K. Akiba, T. Maruo and T. Ito. 1995. Effect of water stress on the fruit yield, quality and physiological condition of tomato plants using the gravel culture. Acta Hort. 396: 211-218.
29. Shinohara, Y., T. Hata, T. Maruo, M. Hohjo and T. Ito. 1999. Chemical and Physical properties of the coconut-fiber substrate and the growth and productivity of tomato plants. Acta Hort. 481: 145-149.
30. Traka-Mavrona, E., D. Gerasopoulos, T. Pritsa and E. Maloupa. 2001. Growth, fruit yield and quality of tomato in relation to substrate and nutrition source in a soilless culture system. Acta Hort. 548: 173-179.
31. Tuzel, I.H., Y. Tuzel, A. Gul, H. Altunlu and R.Z. Eltez. 2001. Effect of different irrigation schedules, substrate and substrate volume on fruit quality and yield of greenhouse tomato. Acta Hort. 548: 285-291.
32. Tzortzakis, N. G. and C. D. Economakis. 2008. Impacts of the substrate medium on tomato yield and fruit quality in soilless cultivation. Hort Sci. (Prague), 35(2): 83–89.
33. Vasilakakis, M., A. Alexandridis, S. El. Fadl and K. Anagnostou. 1999. Effect of substrate (new or used perlite), plant orientation on the column and irrigation frequency on strawberry plant productivity and fruit quality. Cahier Option Mediterranean. J. by CIHEAM. 31: 357-363
34. Verdonck, O., R. Pennick and M. D. Boodt. 1981. The influence of the substrates on plant growth. Acta Hort. 126: 251-258.
35. Winsor, G.W. 1979. Some factors affecting the composition, flavor and firmness of tomatoes. Hort Sci.18: 27-35.
36. Yahya, A., A. SH. Shaharom, R.B. Mohamad and A. Selamat. 2009. Chemical and physical characteristics of coco peat-based media mixtures and their effects on the growth and development of celosia cristata. AJABS 4(1):63-71.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2024-07-17]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.53.5.2]